

## ⑫ 公開特許公報 (A) 平2-153203

⑬ Int. Cl. 5

F 01 D 5/30

識別記号

庁内整理番号

7910-3G

⑬ 公開 平成2年(1990)6月12日

審査請求 有 請求項の数 1 (全10頁)

⑭ 発明の名称 ロータ

⑮ 特願 平1-269254

⑯ 出願 平1(1989)10月18日

優先権主張 ⑰ 1988年10月24日 ⑱ 米国(US) ⑲ 261668

⑳ 発明者 フランク・アンドル アメリカ合衆国、フロリダ州、タイタスビル、ビー・オービー・ビス ⑲ 5356

㉑ 発明者 リロイ・デイクソン・マックローリン アメリカ合衆国、フロリダ州、ウインター・スプリングス、セネカ・ブルーバード 1727

㉒ 出願人 ウエスチングハウス・エレクトリック・コー トウエイ・センター(番地なし)  
ボレーション㉓ 代理人 弁理士 曽我道照 外3名  
最終頁に続く

## 明細書

## 3. 発明の詳細な説明

## 発明の背景

## 発明の分野

本発明は、圧縮機、ファン及びタービンにおいて使用されるようなロータに関し、特に、かかるロータ内に側入式の翼もしくは羽根(以下、動翼という)をロックする装置に関するものである。

## 先行技術の説明

圧縮機、ファン、タービン等の機械はロータを有しており、該ロータには複数の動翼が取着されている。かかる動翼は、1列になって又はロータに沿って軸方向に離間した複数列になって配列されており、各列の動翼は、ロータの周囲の周りに円周方向に並べられている。

運転中に動翼に作用する定的な力及び振動力が大きいために、動翼をロータに取着する方法をとるに、注意深い構造が必要である。ある一つの取着方法では、ロータの周囲に形成されたほぼ軸方向に延びる溝を採用している。溝の形状は、ヒノキ(槍)形、半円形、逆T字形、或はそれ等の

## 1. 発明の名称

ロータ

## 2. 特許請求の範囲

ロータであって、

(a) 該ロータの周囲の周りに1列となって離間して設けられ、実質的に軸方向に延びる複数の溝と、

(b) 該溝の各々について設けられた動翼であつて、各動翼が、根部と、該根部から直接延びる翼状部とを有し、実質的に軸方向に延びる第1の側辺及び第2の側辺を有する前記根部の各々が、前記溝が延びる軸方向を除く全ての方向への前記動翼の相対的運動を規制するような態様で前記溝内に滑入することによって前記ロータに装着されるようになっている、前記動翼と、

(c) 前記ロータの周囲に配置されて、前記溝内における前記動翼の軸方向の運動を規制する規制手段と、

を備える、ロータ。

変形である。各動翼はその基部に根部を有し、同根部はロータの溝の形状に適合する外形に正確に作られている。この動翼は、その根部をロータの溝に滑入させることによりロータ内に保持される。このようにしてロータに取着された動翼は側入翼もしくは羽根と呼ばれている。動翼の根部及びロータの溝は、寸法及び形状の点で正確に適合するので、その結果、接線方向及び半径方向への動翼の運動は厳格に規制される。しかし、ロックと呼ばれる軸方向における動翼の規制のためには、別の装置が必要である。今まで、多種のロック装置が案出されてきた。一般的に、それ等のロック装置は、固定点の場所もしくは位置に応じて2つのカテゴリーに分類することができる。

ロック装置の第1のカテゴリーに属する動翼は、その翼状部の基部にプラットフォームが形成されていて、隣接する動翼の該プラットフォームが互いに当接して、ロータの周囲を囲むリングを形成するものである。このような構造の場合、ロック装置はロータの周囲のところで用いられるのが普

-3-

部に形成され半径方向に整列したスロット内にある。これ等の解決策のいずれにおいても、隣接する動翼のプラットフォームが当接し協働することによって、単純な溝もしくはスロット内へのロック装置の保持が可能になる。

第2のカテゴリーに属するロック装置は、翼状部の基部に、当接するプラットフォームがない動翼に適用されており、従って、第2のカテゴリーはロック装置を保持するためにプラットフォームに頼ることができない。日本国特許に関する公報(Japanese Patent No. 54-130710)に開示された1つの解決策によるロック板は、溝の底部に形成された軸方向のチャンネル内にあり、同ロック板の両端に設けられたタブもしくは突起部に特徴を有していて、これ等のタブは、動翼根部の上流面及び下流面に向かって曲げることができる。米国特許第2,753,149号明細書に開示された第2の解決策で用いる1本のリベットは、動翼根部の基部とロータ溝の底部とに形成されて組み合う軸方向の溝内に配置される。米国特許第3,759,633号

通である。米国特許第4,676,723号明細書に開示された1つの提案によると、接線方向のロックピンがロータの周囲に形成された溝と動翼プラットフォームの下側に形成された溝とに跨がっている。米国特許第2,867,408号及び第2,843,356号並びにスイス特許第313,027号各明細書に開示された解決策によると、そのロック板の下側部分は、ロータの周囲に形成された接線方向のスロット内にあり、同ロック板の上側部分は、プラットフォームの縁部に形成されたスロット内にある。米国特許第3,202,398号明細書に開示された第3の解決策が採用しているロック板は、ロータの周囲に形成された軸方向のチャンネル内にあり、同ロック板の端部に設けられたタブもしくは突起部に特徴を有していて、同タブはプラットフォームの前面又は後面に向かって曲げができる。米国特許第3,001,760号明細書に開示された第4の解決策で用いているばねクリップは、その基部が、ロータの周囲に形成された接線方向のスロット内にあり、その上側部分が、動翼プラットフォームの縁

-4-

明細書に開示された第3の解決策は、動翼根部の基部とロータ溝の底部とに形成されて組み合う半球形の凹所内に配置されるボールもしくは球体を用いている。米国特許第4,488,766号明細書に開示された第4の解決策は、動翼根部の基部の前方及び後方に形成された2つのスロット内に配置される2つの接線方向のキーを用いており、同キーは、その両端から延びて根部の側面に向かって曲げられるタブ状の突起部によって保持されている。

本発明の出願人により製作されているガスター・ピニにおける圧縮機部のロータは、翼状部がアラツトフォームを介在することなく動翼根部から直接始まっている動翼を用いている。従って、第1のカテゴリーのロック装置では、同ロック装置を保持するためにプラットフォームの協働に依存していることはできない。代わりに、今まで、半径方向に指向されたばね及びピンによって軸方向の運動を抑止していた。この解決策においては、ロータ溝の底部に形成された穴の中にはねを最初に

-5-

-6-

-12-

入れてから、ピンを穴に押し込んでばねの頂部に力をかけてばねを縮めることにより、動翼を装着している。動翼根部は、溝内に滑入され、そして根部の底部に形成されたスロットがピンを越えた時に、ロックされ、これによりばね力でピンを部分的に穴の外に出しスロット内に入れる。動翼を引き抜けるようにピンを半分に剪断するのに十分な軸方向の力を動翼根部に加えることにより、動翼が除去される。

しかし、この解決策は幾つかの欠点に苦しんでいる。第1に、一旦動翼を溝内に装着すると、ロック装置は隠れてしまって見えず、その正確な装着状態を目視により確認できない。各ロータには1000を越かえる動翼が存在するので、この欠点は、適切にロックされているか否かロータを検査することを困難にすると共に時間のかかるものにする。しかしながら、ロックされていない圧縮機動翼が使用中に緩んでくれば、圧縮機の回転している動翼及び静止している静翼に対して相当な損傷を及ぼすことになり得るし、また、それを修

-7-

却期間は数日のオーダーである。冷却期間中、圧縮機シリンダ内の温度分布が一様でないために、回転している動翼の先端がシリンダに接触して、動翼先端の擦りとして知られている現象を生じさせ、シリンダに変形が起きることがある。空気が圧縮されるように空気の流路面積を減少させるため、圧縮機シリンダは下流側に進むほど若干狭くなっているので、先端の擦りは動翼を上流側へ押す軸方向の力を起こすことになる。冷却期間中、動翼に作用する遠心力は実質的ないので、溝内での滑動に対しては摩擦抵抗は殆どない。その結果、先端の擦りによる軸方向の力がピンに伝えられる。しかし、前述のように、ロータの溝に形成された穴又は動翼根部に形成されたスロット(それ等の中にピンがある)を損傷することなく動翼を除去できるように、ピンは剪断が可能なほど十分に弱くなければならない。従って、先端の擦りが激しければ、ピンが半分に剪断される結果となり、従って、動翼はアンロックされる。前述のように、アンロックされた動翼は圧縮機に大きな損

理するまでガスタービンを使用できなくなる。先行技術のロック装置の多くは同様の欠点に苦しんでいる。

第2の欠点は、溝の根部がロータの应力の高い領域にあって、穴の存在がこれ等の应力を集中させて、割れの可能性を増大させるために起こる。

第3の欠点は、ロック装置の強度である。後で説明するように、ピンは使用中に無くなることが知られており、その場合、動翼のアンロックになる。

全速運転中、動翼は動翼列を横断する方向の圧力上昇によって軸方向前方に押される。動翼にかかる遠心力は非常に大きい。従って、動翼根部が前方に滑動するのを防止するのに十分な摩擦抵抗が動翼根部に働く。しかし、ガスタービンが停止する時、そのロータは、直ぐ停止できるわけではなく、高温のロータに重力による湾曲が生じると、次の始動中に高振動が起きるので、湾曲を防止するのに十分なほどロータが冷却するまで、ロータを低速で回転させておくのが普通である。この冷

-8-

傷を生じさせることになる。

この第3の欠点は、動翼に作用する振動による負荷の結果として動翼根部又はロータ溝に生じるフレッチング疲労による割れを避けるために、最近設計された圧縮機においては、動翼根部を潤滑剤で被覆する必要性があるので、同圧縮機に屢々見られる。潤滑剤による被覆は、根部と溝との間の摩擦係数を減少させるので、ロックピンを剪断するのに必要な先端の擦りの激しさを減少させる。

第2のカテゴリーに属するものとして上に述べたその他のロック装置、即ち動翼がアラットフォームに当接するという特徴を有していないロータに適用可能なその他のロック装置は、先端の擦りにより招来される大きな軸方向の力に耐えるロック装置の能力における同様の制限に苦しんでいる。

最後に、上述したような米国特許第4,676,723号、第4,676,723号及び第4,676,723号明細書、イスラエル特許第313,027号明細書並びに日本国の特許に関する昭54-130710号公報等に開示された先行技術で用いられているロック装置の多くは、最

-9-

-10-

-13-

後に装着される動翼が特別の形式のものであることを必要としている。このような必要性は、工場に保管もしくはストックしておかねばならない動翼の量を増加させるので、選けるべきである。

従って、プラットフォームに当接しない形式の側入式動翼をロックするための装置としては、同ロック装置の目視検査が可能であり、ロック作用を喪失することなく大きな軸方向の力に耐えることができ、そして動翼又はロータを損傷することなく動翼を除去可能なことが望ましい。

#### 発明の概要

従って、本発明の目的は一般的には、側入式動翼をロックするための装置を提供することである。

また、本発明の目的は具体的には、プラットフォームに当接しない側入式動翼をロックするための装置を提供することである。

本発明の目的は、目視検査が可能であり、ロック作用を喪失することなく大きな軸方向の力に耐えることができ、動翼又はロータを損傷することなく動翼を除去可能であり、そして動翼のどれで

も特別な形式のものであることを必要としないロック装置を提供することである。

この目的は、周辺の回りに離間してほぼ軸方向に延びる複数の溝を有し、該溝の中に動翼が保持されるロータにおいて、達成される。本発明によると、横断面が逆T字形に形成されて円周方向に延びるスロットがロータ周辺に設けられ、弓状のロック装置は各対の隣接する溝間の該スロット内に配設される。ロック装置の端部にあるキーが動翼の柄部にある切欠きに保合することにより、軸方向の運動が防止される。キーの脱出は隣接する動翼根部の柄部によって防止される。ピッチ幅が広い動翼を有するロータにおいては、弓状のスペーサがロック装置に隣接する円周方向のスロット内に挿入され、ロック装置と隣接する動翼根部の柄部との間のスロット部分に跨る。

本発明の重要な側面によると、最後に装着された動翼をロックするために、変形可能な突起部を有する、2部品からなる特別なロック装置が使用されている。従って、最後の動翼は通常の形式の

-11-

ものでよい。

#### 既述な実施例の説明

同一部材を同一数字で図面を参照すると、第1図には、ガスターインで使用されるような軸流圧縮機が示されており、この圧縮機で圧縮されている流体の流れの方向が矢印で表されている。圧縮機はシリングダ20を備えており、同シリングダ20内には中央にロータが配置されている。このロータの軸26には、複数の動翼ディスク24が軸方向に離間して設けられている。最初の動翼ディスクについて第2図に代表的に示すように、複数の動翼22がディスク24の周間に列状に取着されていて、各動翼列がシリングダ20内で軸と共に回転する。従って、各動翼の先端とシリングダ20の内面との間には半径方向に僅かな隙間21が存在する。また、シリングダの内面には複数の静翼28が列状に取着されており、同静翼28の列は、第1図に示すように動翼22の列の間に配設されている。

第3図に示すように、各動翼22は、翼状部30と根部34とを有し、翼状部30は根部34から直ちに延

-12-

びていて、動翼の基部には台部もしくはプラットフォームはない。根部の上側部分は、ほぼ軸方向に延びる第1及び第2の側辺もしくは側面32、33を有する柄部47を形成している。根部34の寸法及び形状は、第4図に示すようにディスク24の周囲に離間して設けられた軸方向に延びる溝38の寸法及び形状にぴったり適合している。各動翼22は、その根部34を第5図に示すようにそれぞれの溝38内に滑入させることによって、ディスク内に保持される。

運転中には、動翼が回転される結果、該動翼には、遠心力により半径方向に作用する力がかかり、また、生じる空気流のために動翼に作用する空気力学的な力により接線方向の力がかかる。しかし、根部及び溝の寸法と形状とがぴったり適合しているために、動翼が半径方向及び接線方向に運動することは防止されている。また、動翼列を横断する方向の圧力上昇のために比較的に小さな軸力が動翼に作用し、これにより、動翼は軸方向前方に押される。この軸力は、動翼に作用する遠心力の

-13-

-14-

-14-

結果として根部及び溝の接触面間に発生する摩擦力によって相殺される。従って、軸方向の運動は起きない。しかし、前述したような冷却期間中のように、ロータを非常に低速で回転させている時には、加工公差のために必要な根部及び溝間の僅かな隙間の存在により、動翼が側面方向に振れる。従って、動翼が側面方向に振れるにつれて溝外に漸次移動するのを防止するために、動翼を軸方向に保持即ちロックする必要がある。前に説明したように、冷却期間中のシリンダの熱変形により半径方向の隙間21がなくなるため、翼状部の先端がシリンダの内面を擦るようになる。第1図に示すようにシリンダは後方に進むにつれて直径が縮小するので、上述の"擦り"により大きな軸方向の力が発生し、これが動翼に作用する。従って、ロック装置は大きな軸方向の力に耐えうるものでなければならない。

本発明によれば、第3図に示すように、根部の柄部47の側面32に切欠きもしくはキー溝36を加工すると共に、第4図に示すように、ディスク24の

周囲に円周方向のスロット(規制手段)42をその一部が隣接する溝38間に形成されるように加工することによって、上述のようなロックを可能にしている。スロットは、逆T字形の断面形状を有しているが、ロック装置の保持を容易にするためにスロットの基部における幅がスロットの周囲における幅よりも大きければ、その他の適当な形状を有することができる。盤状部材からなるロック装置は各根部について設けられ、その一例が第7図に符号40で表されている。ロック装置(規制手段)40の中央部48の外面の曲率半径はディスク周囲の曲率半径に適合しているので、第5図に示したように装着した場合、空気力学的に滑らかな表面が得られる。ロック装置40の一端に形成されたキー44は、動翼根部にあるキー溝36に挿入可能である。ロック装置の断面形状は円周方向のスロット42と同様であり、また、第8図に示すようにロック装置の側面41から延びる突出レール部48は、スロット42と組み合ってロック装置に働く遠心力を支持すると共に半径方向の運動を抑止する。

-15-

-16-

これ等の動翼は次々とロータに装着されロックされる。即ち、1つの動翼の根部が溝内に滑入され、そして1つのロック装置40が、キー溝36を有する根部柄部の側面32に隣接する空きのスロット内に挿入される。第7図に示すレール部48の長さ49は、溝38の上側部分の幅37(第4図)よりも小さい。従って、ロック装置をスロット内に挿入し円周方向に滑動させて溝内に入れ、そのキー44を第5図及び第6図に示すように根部のキー溝36に係合させることができる。その後、次の動翼を前述した溝に隣接する溝内に装着し、最後の動翼以外の全ての動翼が装着されるまで上述の手順を繰り返す。各ロック装置40は、その端部54が第6図に示すように次の動翼根部の側面33に当接するよう、ロックされた動翼のキー溝から隣接する動翼根部まで延びている。従って、円周方向へのロック装置の運動を抑止することによって、キーが外れることを防止している。

本発明の重要な特徴によると、最後の動翼を装着するために、第12図に示した特別なロック装置

56及びスペーサ58が使用される。特別なロック装置56は、上に述べたロック装置40より短い点と、キー44の反対側の端部から延びる変形可能な突起部60を有する点とを除いて、ロック装置40に類似している。変形可能な突起部60の幅は、ロック装置56の中央部48の厚さの約半分である。スペーサ58は、その中央部53の対向する端部側に位置付けられた同様の突起部61を有する。第11図に示す最後の動翼62を挿入する前に、スペーサ58を最後の溝に入れて円周方向のスロット42に滑入すると、突起部61とは反対側のスペーサ58の端部は最初に装着された動翼64の柄部の側面33に当接する。次に、特別のロック装置をスロット内に滑入させて、突起部60及び61が互いを越えて滑動するようとする。この状態では、特別のロック装置及びスペーサの合計の長さは、最後の動翼62の柄部と最初の動翼64の柄部との間の距離よりも短いので、最後の動翼62は最後の溝内に滑入できる。次にロック装置を最後の動翼に向かって滑動させれば、そのキーが最後の動翼にあるキー溝に係合すると共に、

-17-

-18-

-15-

突起部 80 及び 81 は軸方向の後方及び前方にそれぞれ湾曲もしくは変形し、互いに当接する。この時には、特別のロック装置及びスペーサの合計の長さは、最後の動翼にあるキー溝と最初の動翼の柄部との間の距離にはほぼ等しいので、円周方向へのロック装置の運動が抑止されることによってロック装置の外れが防止される。

キー溝 36 内へのキー 44 の挿入を容易に目視できるので、ロック装置が適切に装着されたか否か簡単に検査できる。また、ロック装置の強度、従ってロック装置が軸方向の力に耐えうる能力は、キー 44 の太さを増すことによって、必要に応じて大きくすることができる。更に、最後の動翼も他のものと同様にしっかりロックされるので、最後の動翼に対して特別な改変を行う必要は全くなく、在庫管理の要件が簡略化される。最後の動翼をロツクするのに使用された特別のロック装置とスペーサにある変形可能の突起部を曲げて戻し、上述の装着手順を逆に逆行すれば、容易に分解することができる。従って、動翼を除去するためにキー

を破断もしくは切断しなければならないという従来の技術のように、そのためにロック装置の強度が制限されることはない。

前述のロック装置 40 は、間隔が詰まっている羽根もしくは翼、即ち第 6 図に示すように隣接する翼間の円周方向の距離が小さい翼に最も都合よく役に立つ。第 9 図に示した翼のように翼の間隔が広い時には、隣接する翼間の円周方向の間隔は大きくなり、その結果、ロック装置の中央部 48 の長さも大きくならざるを得ない。そのため、レール部 46 に働く遠心力が増す。しかし、前に述べたように、ロック装置の挿入を許容するために、レール部 46 の長さ 49 は溝の上側部分の幅 37 に制限されている。従って、レール部 46 の長さがロック装置に作用する遠心力を支持するには不十分となる事態が生ずるかも知れない。本発明の実施例によれば、この問題は、第 10 図に示すロック装置 50 及びスペーサ 52 を使用して解決される。第 9 図に示すように、スペーサは円周方向のスロット内に配置され、同スペーサ 52 の一端がロック装置に当接し

-19-

-20-

他端が隣接する動翼根部の柄部に当接する。従って、円周方向のスロットをロック装置と隣接する動翼根部との間に跨らすことによって、前のように円周方向のロック装置の運動を抑止して、キーが外れることを防止する。このようにロック装置を 2 つの部材に分けることによって、レール部の長さは、それ等に作用する力を支持するのには十分に長く、且つ溝の上側部分内に挿入するのには十分に短くすることができる。

本発明をガスタービンの軸流圧縮機に適用するものとして説明してきたが、本発明は、側入式の動翼に特徴がある任意のロータに実施可能である。

上述の記載から考えて、本発明の種々の改変及び変形が可能である。従って、本発明は、上述の実施例以外に、特許請求の範囲内で実施可能である。

#### 4. 図面の簡単な説明

第 1 図は、ロータと圧縮機のシリングとを示す、軸流圧縮機の長手方向の断面図、第 2 図は、動翼列を示す、第 1 図の II-II 線に沿う断面図、第 3

図は、本発明に従って根部の柄部に形成された切欠きを示す、動翼の斜視図、第 4 図は、本発明による円周方向のスロットを示す、ロータディスクの円周の一部の斜視図、第 5 図は、第 4 図のディスクに装着された本発明に従って第 3 図に示すようにロックされた圧縮機動翼を示す斜視図、第 6 図は、本発明に従ってロックされた小さいピッチで配設された 2 つの動翼を示す、第 4 図のディスクの周辺の一部の平面図、第 7 図は、本発明に従って小さいピッチで配設された動翼と一緒に使用するのに適するロック装置の斜視図、第 8 図は、第 7 図に示したロック装置の垂直断面図、第 9 図は、本発明に従ってロックされた大きいピッチで配設された 2 つの動翼を示す、第 4 図のディスクの周辺の一部の平面図、第 10 図は、本発明に従って大きいピッチで配設された動翼と一緒に使用するのに適するロック装置及びスペーサの斜視図、第 11 図は、最後に装着された動翼を本発明に従ってロックする仕方を説明するためのディスクの周辺の一部の平面図、第 12 図は、最後の動翼をロッ

-21-

-22-

-16-

クするための第11図に示したロック装置及びスペ  
ーサの平面図である。

22…動翼 30…翼状部  
32…第1の側辺 33…第2の側辺  
34…根部 36…溝  
40…ロック装置（規制手段）  
42…スロット（規制手段）  
50…ロック装置（規制手段）  
56…ロック装置（規制手段）

出願人 ウエスチングハウス・エレク  
トリック・コーポレーション  
代理人 曾我道照



-23-

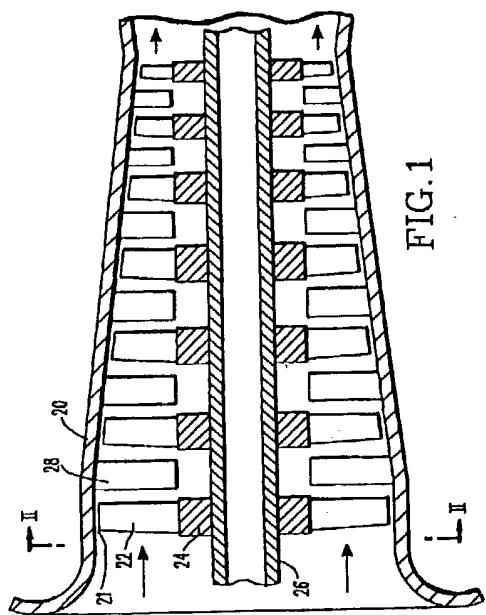


FIG. 1

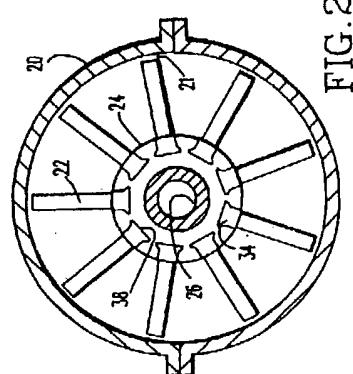


FIG. 2

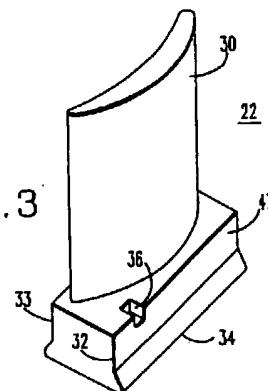


FIG. 3

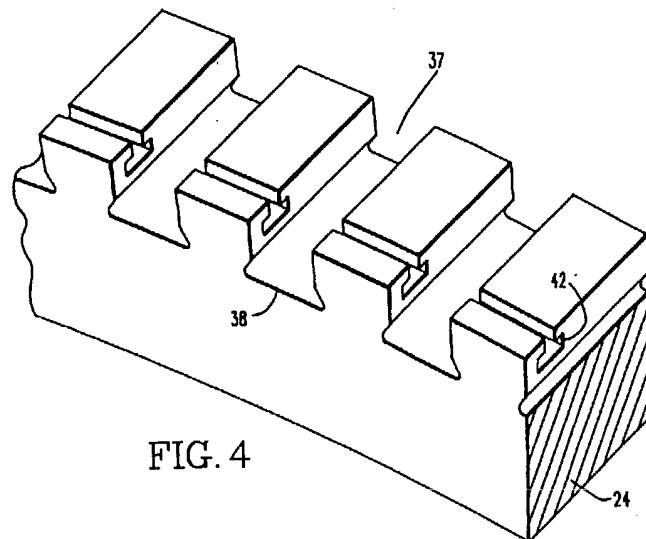


FIG. 4

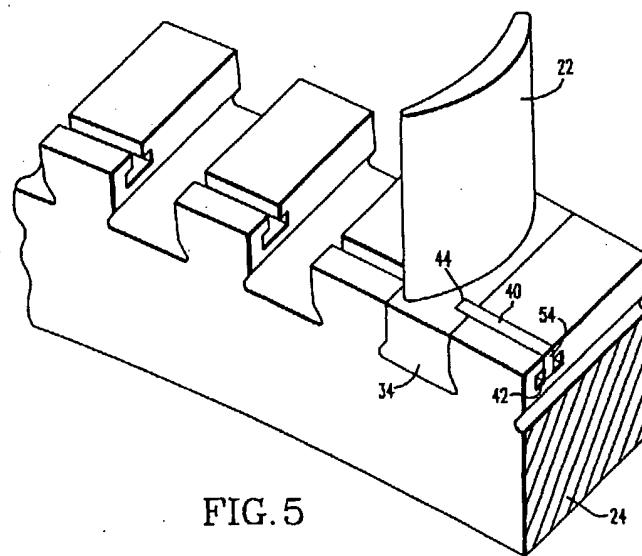


FIG. 5

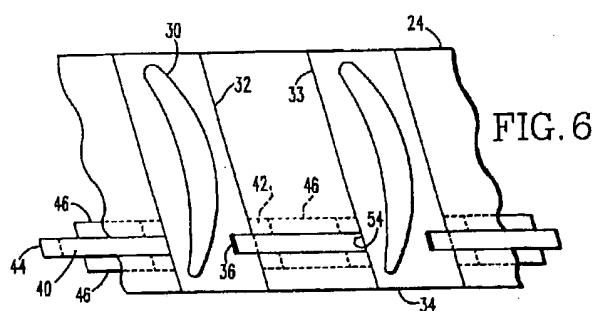


FIG. 6

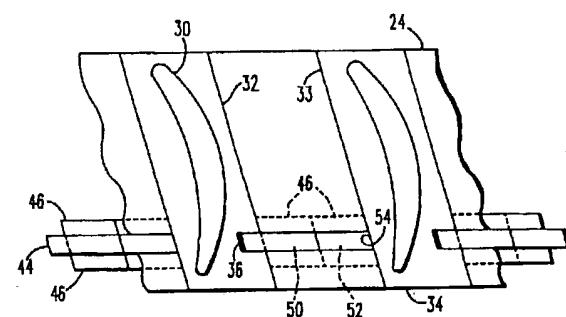


FIG. 9

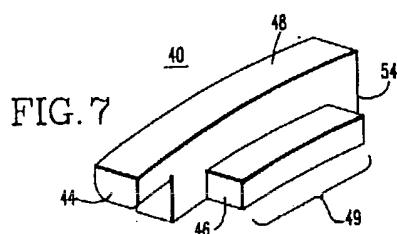


FIG. 7

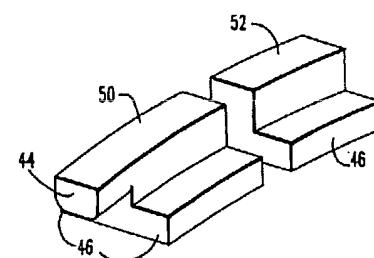


FIG. 10

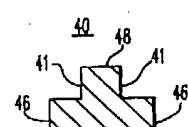


FIG. 8

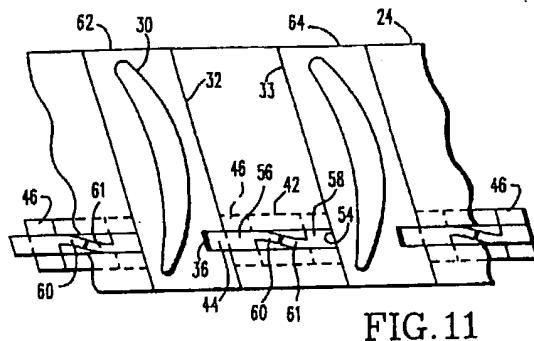


FIG. 11

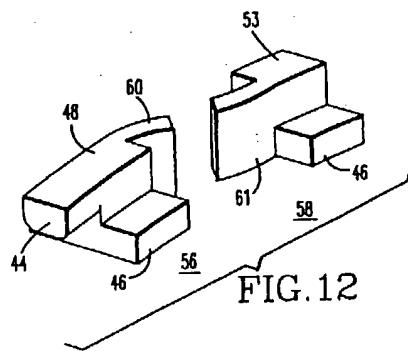


FIG. 12

第1頁の続き

②発明者

ジョージ・アンドル  
ー・ジャージリー

アメリカ合衆国、フロリダ州、スチュアート、エス・イ  
ー・ミードブレイス 33

②発明者

ジョン・ポール・ドン  
ラン

アメリカ合衆国、フロリダ州、オビード、ウェストミンス  
ター・テラス 2357

